ISSN 1561-5359. Штучний інтелект, 2020, № 2

УДК 004.82.519.81;519.86

Ю.П. Чаплінський, О.В. Субботіна
Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, Україна
пр. Глушкова, 40, м. Київ, 03187

ВИКОРИСТАННЯ КОНТЕКСТНО ОРІЄНТОВАНОЇ ОНТОЛОГІЇ ПРИ УПРАВЛІННІ БЕЗПЕЧНІСТЮ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ

Y.P. Chaplinskyy, O.V. Subbotina
Glushkov Institute of cybernetic of NAS of Ukraine, Ukraine
40, Glushkov Ave., Kyiv, 03187

CONTEXT-ORIENTED ONTOLOGY IN FOOD SAFETY MANAGEMENT

Показана актуальність використання знання орієнтованих технологій при розв’язанні задач з безпечністю продуктів харчування. У роботі представлені зацікавлені сторони щодо безпеки продуктів харчування та наведені інформаційні об’єкти. Розглянута множина онтологій та контекстні області, що реалізують опис задач прийняття рішень та процес їх розв’язання. Представлена базова онтологія як засіб концептуального представлення області безпеки продуктів харчування. Розглянуто використання контексту для реалізації задач прийняття рішень. Сучасні технології харчової промисловості, вимоги безпеки харчових продуктів, ланцюга поставок продуктів харчування від ферми до столу характеризуються необхідністю прийняття комплексних та раціональних рішень. Це визначає розгляд проблем безпеки продуктів харчування з різних точок зору. При цьому використання інформації та знань є ключовою задачею в будь-якій проблемній області, яка пов’язана з виробленням та поширенням знань, в особливості нових видів унікальних (цінних) за змістом, які є корисними та доступними. Метою роботи є концептуальне представлення онтологічної системи, що базується на використанні контексту та онтологій і направлена на підтримку прийняття рішень в системі управління безпечністю продуктів харчування. При цьому всі знання щодо безпеки продуктів харчування, що використовуються в процесі прийняття рішень, розглядаються в розрізі знань, що описують контекст, та знань, що описують контент. У роботі представлені зацікавлені сторони щодо безпеки продуктів харчування та наведені інформаційні об’єкти. При цьому інформація та знання включають в себе різні аспекти, такі як знання та інформацію з виробництва та переробки, доставки та споживання; аспекти безпеки харчових продуктів. Для цього використовується взаємопов’язана множина онтологій, що представляє собою багаторівневу асоціативну структуру: метаонтологія; базова онтологія; контекстна онтологія; множина онтологій предметної області; онтологія реалізацій; онтологія представлення користувача та взаємодії з ним; модель машини виведення. Реалізація процесів прийняття в системі управління безпечністю продуктів харчування та інтеграція відповідних складових прийняття рішень в свою чергу базується на представленні багаторівневої системи управління та прийняття рішення в ній через модель деякого контексту. У рамках такого розгляду контекст представляється через відповідні контекстні області, такі як: мета/результат, актор, процес/дія, об'єкт, середовище, можливості, засоби, представлення, розташування та час. Використання такої онтології дає змогу побудувати взаємопов'язану систему підготовки та вибору рішень, як для даної проблеми, так і по взаємодії з іншими комплексами проблем і задач, дозволяє приймати рішення з урахуванням наслідків їх реалізації.

Ключові слова: безпека продуктів харчування, контекст, онтологія, система підтримки прийняття рішень, управління знаннями

Actuality of the usage of the food safety knowledge-based technologies is shown. The food safety stakeholders and information objects are presented. The set of ontologies and context areas which are described decision –making tasks and processes are shown. The basic ontology is presented as a means of conceptual representation of the field of food safety. The usage of decision-making is considered. Modern food processing technologies, food safety requirements, food safety requirements (agricultural production, food processing, food logistics, food sales, food storage) etc. are characterized by the need for complex and rational solutions. It is necessary to consider different aspects of decision-making in food safety, which can be based not only on the knowledge of a particular subject area. The use of information and knowledge is a key task in any problem area related to the production and dissemination of knowledge, especially new types of unique (and valuable) content that are useful and accessible. The paper aim is to conceptually present an ontological system based on the use of context and ontologies and aimed at supporting decision-making in the food safety management system. Food safety knowledge, which used in decision-making processes, is considered as the context knowledge and the knowledge that describes the content. The paper presents food safety

stakeholders and provides information objects. The information and knowledge includes various aspects such as knowledge and information on the production and processing industry; and the food safety aspects. For this purpose, an interconnected set of ontologies is used, which is a multilevel associative structure: meta-ontology; basic ontology; context ontology; set of domain ontologies; realization ontology; user presentation and interaction ontology; model of inference machine. Implementation of food safety processes and integration of the components of decision-making is based on the presentation of the multi-level system of management and decision-making in it through a model of a context. The context framework takes into account different context domains, such as: purpose/result, actor, process/action, object, environment, facility, tools, presentation, location, and time. The ontology implementation builds an interconnected system of preparation and choice of solutions, both for the given problem and for interaction with other complexes of problems and tasks, allows to make decisions taking into account the consequences of their implementation.

Keywords: food safety, context, ontology, decision support system, knowledge management

Вступ

Сучасні технології харчової промисловості, вимоги безпеки продуктів харчування, ланцюга виробництва, поставок, продажу та використання продуктів харчування, вимоги щодо зниження ризиків використання продуктів харчування та виникнення хвороб харчового походження, необхідність підтримання громадської довіри до безпечності харчових продуктів тощо визначають необхідність контролювати весь ланцюг виробництва та споживання продуктів харчування. Для врахування наведеного, проблема безпечності продуктів харчування повинна розглядатися як складна комплексна проблема.

Сьогодні такий розгляд реалізується на основі використання системи управління бепечністю продуктів харчування, що базується на принципах HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point (аналіз небезпек та критичні контрольні точки)) та забезпечує структурований підхід до ідентифікації та контролю визначених небезпечних чинників і факторів, у порівнянні з традиційними методами, такими як інспектування або контроль якості [1].

Слід також зазначити, що знання в складних предметних областях, якою є безпека продуктів харчування, дуже швидко змінюються або робляться застарілими, з'являються нові задачі та нові методи розв'язання, то для розв'язання різних прикладних задач необхідно мати розвинені засоби для управління, доставки та використання знань.

Тому є актуальною підтримка прийняття рішень систем управління безпечністю продуктів харчування з використанням інтелектуальної системи, розробленої на принципах інженерії знань в певній предметній області. В якості сучасного інструменту для реалізації вище наведеного, будемо розглядати онтології та онтологічний підхід до підтримки прийняття рішень в системі управління безпечністю продуктів харчування.

Основною перевагою використання онтологічного підходу є цілісний підхід до процесів розповсюдження знань. При цьому досягаються: системність – онтологія представляє цілісний погляд на предметну область; одноманітність – матеріал, представлений в єдиній формі набагато краще сприймається й відтворюється; науковість – побудова онтології дозволяє визначити та використати логічні зв'язки в усій їх складності та взаємозалежності; багатомовність – онтологія дозволяє об'єднати знання фахівців різних країн.

Постановка проблеми

Сьогодні комплексна та системна підтримка прийняття рішень є домінуючим динамічним діловим середовищем.

При цьому необхідно розглядати мультидисциплінарні сфери, що пов’язані з безпекою продуктів харчування, їх взаємодії та інтеграції.

У якості такого засобу розглядаються знання орієнтовані інформаційні технології, метою яких є об’єднати накопичені знання зі знаннями зацікавлених осіб та використовувати їх для розв’язання відповідних задач з безпеки продуктів харчування. При цьому в рамках такої інформаційної технології повинна бути можливість отримувати релевантну, зрозумілу, реальну та доступну контекстну інформацію для розв’язання конкретної задачі, що орієнтована на конкретні цілі та є специфічною для користувачів або груп користувачів, а також для розуміння певного процесу при прийнятті рішень.

Така технологія повинна базуватися на онтолого керованих підходах, методах та алгоритмах, що реалізують ланцюг «інформація – консультація – прийняття рішень – навчання».

Для забезпечення прийняття рішень для таких задач необхідні відповідні засоби, що дають можливість враховувати особливості прийняття рішень та дозволяють ідентифікувати, аналізувати та маніпулювати всім різноманіттям об'єктів та відношень, що наявні в системі управління та можуть бути використані в проблемних ситуаціях. При цьому необхідно враховувати, що функціонування системи з безпечністю продуктів харчування відбувається в умовах інформаційної та реалізаційної неоднорідності, розподіленості та автономності інформаційних ресурсів системи.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Сьогодні створено та використовуються онтології та онтологічні системи [2], які стосуються безпеки продуктів харчування, наприклад, AGROVOC, FoodOn, FoodWiki, Open Food Facts, Food Product Ontology, ONTO-FP, FOODS, Food Ontology.

AGROVOC перед усім представляє собою багатомовний тезаурус, що охоплює всі області знань, які представляють інтерес для продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (ФАО). Вона включає в себе термінологію, яка широко використовується в предметних областях сільського господарства, рибальства, лісового господарства, у харчовій та суміжних областях. Словник складається з більш ніж 32 000 понять, до 40 000 термінів на 23 мовах. AGROVOC використовується в спеціалізованих електронних бібліотеках і цифрових сховищах для індексування та пошуку даних.

FoodOn визначається як онтологія з відкритим кодом, що направлена на розробку семантичного представлення знань щодо харчової безпеки, продовольчої безпеки, сільськогосподарських та тваринницьких практик, пов'язаних з виробництвом харчових продуктів з кулінарними, харчовими та хімічними інгредієнтами та процесами. FoodOn базується на ієрархічній системі термінів, що охоплює сировину та її основні компоненти, пакування, приготування їжі та консервацію тощо, а також різні структури та склад різних продуктів харчування.

FoodWiki реалізує онтолого керовану, мобільну інформаційну систему охорони здоров'я з питань безпечного споживання продуктів харчування. Ця система включає бази знань та механізми пошуку, які на основі запитів користувачів рекомендує відповідне споживання продуктів харчування.

Open Food Facts представляє собою глобальну базу даних продуктів харчування на основі створення статей фізичними особами по всьому світу. Люди додають продукти в базу даних і мають право редагувати, покращувати й пропонувати свої пропозиції через форуми.

Food Product Ontology описує харчові продукти через словник для області харчового продукту, щоб допомогти виробникам, роздрібним торговцям, уряду та іншим установам публікувати свою інформацію, що відноситься до цієї області. Food Product Ontology розширює стандартизовану онтологію щодо продуктів харчування, що називають GoodRelations, яка є онтологією опису товарів та послуг з використанням товарних структурованих даних в RDF.

Onto-FP призначений для надання дослідникам основи для побудови своїх знань на основі семантичного представлення. Onto-FP охоплює широкий спектр діяльності від збирання врожаю, підготовки, проміжних процесів та кінцевих процесів.

FOODS представляє собою онтолого керовану систему, що розроблена в Таїланді та направлена на створення систем харчування для людей, що хворіють певними хворобами, та планування меню для цих людей. Онтологія, що входить до FOODS, містить специфікації інгредієнтів, речовин, фактів харчування, що рекомендовані до щоденного споживання у розрізі різних регіонів, страв та меню.

Food Ontology – це онтологія для публікації даних про рецепти, включаючи продукти, з яких вони виготовлені, та продукти, які вони створюють, а також дієти,

меню, сезонні страви, курси їжі та випадки, до яких вони можуть бути придатними. Вона є розширенням онтології GoodRelations для опису продуктів та сервісів. Food Ontology використовується для публікацій рецептів у мережі Інтернет.

Представлені харчові онтології та їх застосування визначають потенціал використання знань щодо продуктів харчування та їх безпечності.

Мета дослідження

Метою статті є концептуальне представлення онтологічною системи, що базується на використанні контексту та онтологій і направлена на підтримку прийняття рішень в системі управління безпечністю продуктів харчування.

Виклад основного матеріалу

Описані харчові онтології розроблені для дуже специфічного використання. Подолання обмеженого обсягу цих онтологій вимагає розробки онтології, яка охоплює більш широку множину задач безпеки продуктів харчування, зокрема процеси прийняття рішень.

У сучасних задачах неможливо із загального процесу прийняття рішення виділити які-небудь окремі задачі, оскільки вони об'єднані в одну загальну задачу. Це вимагає розгляду процесів, структур, ресурсів, навколишнього середовища, а також взаємодії між акторами процесу прийняття рішень. Такий розгляд може базуватися на чотирьох вимірах (аспектах) використання знань: джерело, зміст, середовище та користувач.

При цьому прийняття рішень реалізується в рамках задач (підзадач), досягається за рахунок прийняття узгоджених рішень у відповідних задачах, а інтеграція управління прийняттям рішення в цілому буде отримана шляхом узгодження управляючих впливів між пов'язаними задачами, які належать одному або різним рівням. Таке прийняття рішень відбувається як через горизонтальні перехресні зв'язки, так і через вертикальні перехресні ієрархічні зв'язки. Організаційна структура, в якій її елементи формують свої рішення під дією вказівок "зверху" є вертикальною організаційною структурою. Організаційна структура, в якій її елементи формують свої рішення самостійно, можливо, з урахуванням різних систем стимулювання, є горизонтальною організаційною системою.

Таким чином, реалізація процесів прийняття рішень є набагато складнішим процесом, ніж просте надання доступу до відповідної інформації та знань, на що направлені більшість існуючих онтологій та онтологічних систем [2]. Цей процес вимагає врахування особливостей проблемної області, знань та контексту їх створення, потреб, контекстів, досвіду, переконань тощо цільової аудиторії та змісту, засобів, формату, мови тощо, які використовуються при поширенні та використанні цих цільових аудиторій.

У роботі основними зацікавленими учасниками в системі безпеки продуктів харчування є: виробники та переробники продуктів харчування, споживачі продуктів харчування, регуляторні органи (законодавчі, регіональні тощо), науковці та навчальні заклади.

Ці зацікавлені учасники оперують відповідними інформаційними об'єктами. До таких інформаційних об'єктів в рамках отримання інформації відносять: новини, сповіщення, компанії, освітні заходи та можливості щодо безпеки продуктів харчування, програми та гранти, небезпеки, закон, ринок, медіа-програми та публікації, регуляторні органи, поширені питання та відповіді, ресурси, стандарт, поради та користувачі. У рамках системи управління безпечністю продуктів харчування на підприємстві розглядають інформаційні об'єкти щодо технологій виробництва продуктів харчування, якості продуктів харчування, безпеки продуктів харчування.

У цьому випадку до інформаційних об'єктів будемо відносити: споживачів продукції, постачальників сировини, інгредієнти, матеріали тощо, організаційну структуру; устаткування, як виробниче, так і лабораторне; сировину, напівфабрикати, готову продукцію, технологічні показники виробничого процесу, показники сировини, напівфабрикатів, готової продукції, показники води, повітря; технології виробництва: технологічні процеси, технологічні

операції; транспорт; документацію (нормативно-довідкову документацію, оперативну документацію); приміщення; час тощо.

Безпека продуктів харчування на підприємстві стосується в рамках HACCP: систем приміщень та робочого середовища (розташування підприємства, навколишні та внутрішні умови виробництва тощо), систем матеріалів та продукції (сировина, компоненти, напівфабрикати, вода тощо), виробничих систем (виробниче обладнання, технологічний контроль, санітарія тощо), систем технічних засобів та інженерних комунікацій (водопостачання, каналізаційні системи, освітлення тощо), персоналу та відвідувачів (знання, здоров'я, гігієна тощо), систем пакування та маркування, систем небезпек (біологічні, хімічні, фізичні), систем критичних точок контролю, систем граничних значень параметрів критичних точок контролю, систем коригувальних дій, плану HACCP, хвороби людини тощо.

Такий розгляд визначає необхідність створення інтегрованого середовища знань [3], що об'єднує різні аспекти розгляду (рис. 1): представлення, зміст, інтерпретація та використання. Знання про прийняття рішень можуть бути або виражаються на формальному рівні для того, щоб бути переважно інтерпретовані в контексті представлення та зберігання знань або можуть бути виражені в контексті управління знаннями.

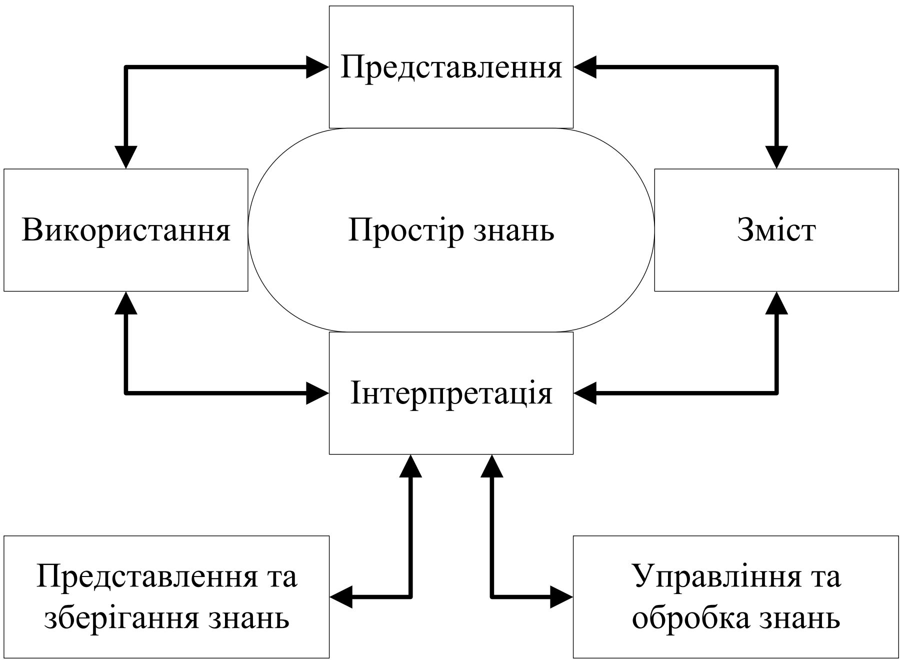


Рис. 1. Аспекти середовища знань [3]

Використання такого представлення процесів прийняття рішень та аналіз задач, що виникають в рамках управління безпечністю продуктів харчування показав, що для цього можна використовувати взаємопов'язану множину онтологій (рис. 2), що представляє собою багаторівневу асоціативну структуру вигляду [4]:

$$O = \langle O_{meta}, O_{core}, O_{cntxt}, \{O_{DM}\}, O_R, O_{user}, Inf \rangle,$$

де O_{meta} – мета-онтологія або онтологія верхнього рівня; O_{core} – базова онтологія; O_{cntxt} – контекстна онтологія; $\{O_{DM}\}$ – множина онтологій предметної області, що включає представлення задач предметної області, онтологій предметно-формального та формального представлення; O_R – онтологія реалізацій, що включає опис програмного забезпечення для підтримки прий-

няття рішень; O_{user} – онтологія представлення користувача та взаємодії з ним; Inf – модель машини виведення, що асоціюється з онтологічною моделлю O.

Під онтологією будемо розуміти систему, що описує структуру певної проблемної області або множини проблемних областей та складається з множини класів понять, зв'язаних відношеннями, їх визначень та аксіом, що задають обмеження на інтерпретацію цих понять в рамках даної проблемної області або їх множини [4].

Прийняття рішень на основі такої множини онтологій реалізується через побудову онтолого керованих підходів, методів та алгоритмів, які реалізовуються на представленні процесу прийняття рішень, що реалізує ланцюг «інформація-консультація-прийняття рішень-навчання» та описується множиною онтологій, що інтегруються за допомогою системи «з'єднувачів».

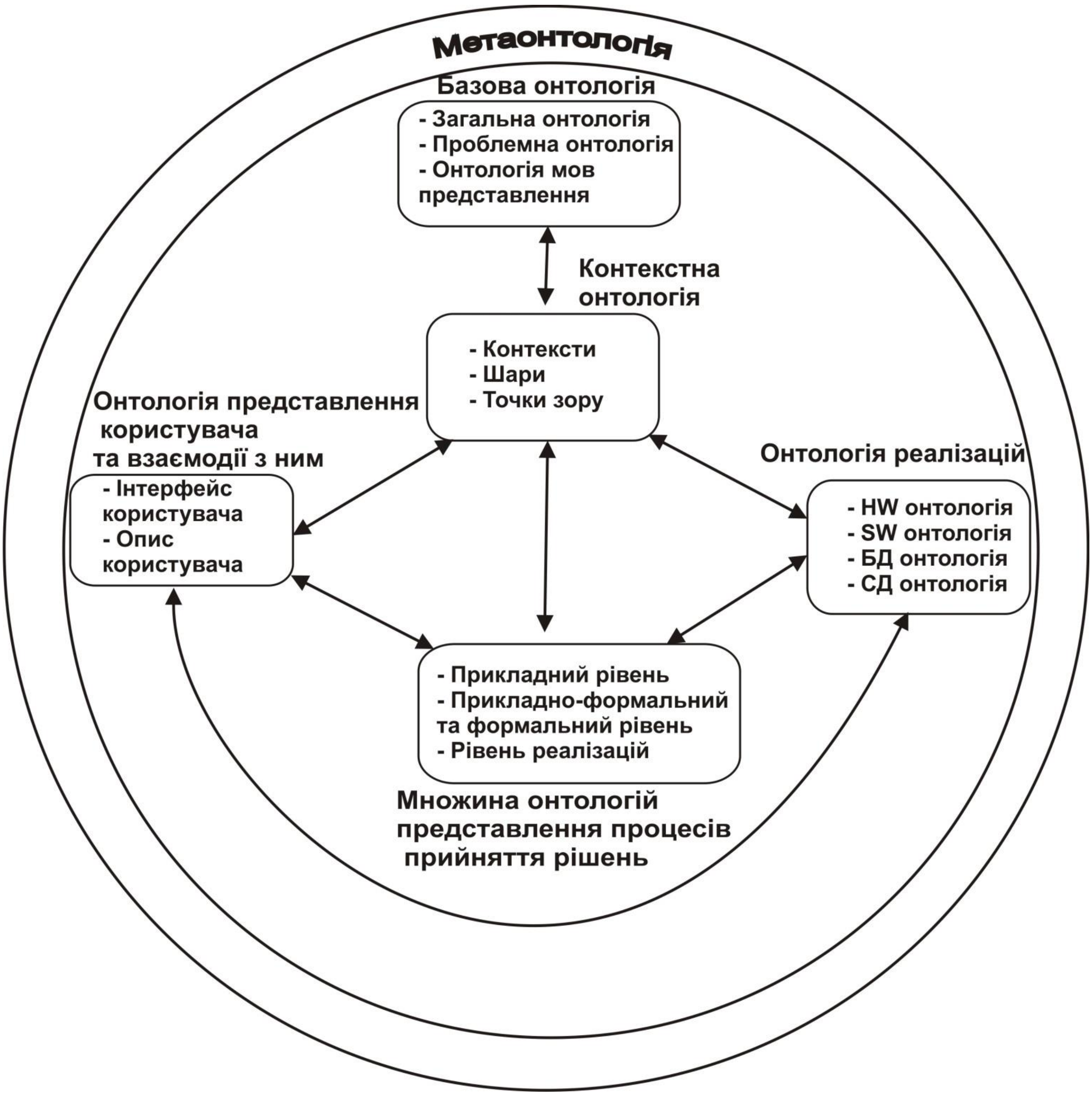


Рис. 2. Графічне представлення структури онтології підтримки прийняття рішень

В основу реалізації онтологій покладена концепція Захмана [5], згідно якої знання повинні відповідати на наступні питання: «Що?», «Хто?», «Де?», «Як?», «Коли?» та «Чому?», що дає можливість розглядати процес прийняття рішень на різних рівнях абстракції та деталізації.

Концептуальне представлення області безпеки продуктів харчування базується на базовій онтології O_{core}. Базова онтологія реалізує узгоджене формалізоване представлення проблемної області щодо безпеки продуктів харчування та пов'язаних предметних областей. Така онтологія включає множину онтологій, в кожної з яких є своя власна мета та роль в базовій онтології $O_{core} = (O_{common}, O_{lang}, \{O_{PrbO}\})$: загальна онтологія O_{common}, онтологія мов представлення O_{lang}, проблемна онтологія (Uod (Universe of discourse) онтологія) $\{O_{PrbO}\}$.

Основою для представлення загальної онтології O_{common} є поняття та терміни й зв'язки між ними. Під поняттям будемо розуміти форму мислення, що відображає істотні властивості, зв'язки та відношення предметів і явищ в їх протиріччі й розвитку та дозволяє узагальнювати й виділяти предмети деякого класу за певними загальними та в сукупності специфічними для них ознаками. Поняттям може бути будь-яка сутність, про яку може бути дана будь-яка інформація. Ми визначаємо сутність як будь-яке явище в фізичній або суб'єктивній дійсності. Відношення представляють тип взаємодії між поняттями. Загальна онтологія O_{common} визначає поняття, як загальні, так і специфічні, що відносяться до певної предметної області. Ця онтологія використовується для того, щоб конкретизувати поняття та визначити їх семантичні значення. Будемо розглядати загальну онтологію як засіб докладного подання та опису множини понять предметної області (термінів), знань про них (властивості) та зв'язків (відношення) між ними. У якості відношень між поняттями використовуються відношення класифікації, відношення узагальнення, відношення спеціалізації, відношення композиції, відношення декомпозиції, відношення групування, відношення індивідуалізації, відношення еквівалентності або синонімії, відношення омонімії.

Онтологія мов представлення O_{lang} забезпечує поняття та конструкції, щоб вказати синтаксис та семантику мови. Семантичне визначення може приймати різні форми: специфікації, написані на природній мові або на іншій комп'ютерній мові, формальна семантика, математичні визначення і т. д. Синтаксис визначає позначення для мови й дає конкретне уявлення кожного елемента абстрактного синтаксису в цьому записі. Такий синтаксис може бути текстовим, графічним, або обома.

Проблемна онтологія $\{O_{PrbO}\}$ реалізує інтеграцію визначених понять та термінів для розв'язання певних задач в відповідних предметних областях. Будемо розглядати проблемну область прийняття рішень як множину предметних областей та задач, що розв'язуються в них. Проблемна онтологія $\{O_{PrbO}\}$ складається з консолідованого представлення певних проблемних областей, через які прийняття рішень може бути представлене та визначене на основі вибраної точки зору (стан проблеми або проблемної області, поведінка проблеми (extensional transitions) або проблемної області (intensional transitions) та розв'язання проблеми).

Поняття проблемної онтології пов'язані між собою асоціативними відношеннями, визначення яких здійснюється через представлення проблемної та предметних областей, при цьому частина понять успадковується із загальної онтології, а частина відображає специфіку відповідних областей. Наприклад, відношення взаємодії реалізуються через заміщення, коли процеси аналогічні за дією; заборони, коли виконання процесу забороняє виконання іншого процесу, адитивності, коли процеси можуть бути виконані одночасно.

Поняття та терміни, що мають відношення до проблемної області, включають наступні поняття: проблема, модель (формулювання проблеми), методологія (сценарій, метод, алгоритм), система характеристик, що їх описують. Інші поняття визначають ті поняття, що пов'язані з системою характеристик (структура, обмеження, середовище, контекст, рівень узагальнення тощо), проблемою (предмет проблеми, проблема верхнього рівня, проблема нижнього рівня, методи (сценарії) рішення, складність проблеми, атомна проблема, складена проблема, опис проблеми, проблемна тема, контекст проблеми, властність проблеми, відповідальність за проблему, оцінка проблеми, проблемна область, вплив на проблеми, вплив з проблем, ініціювання, час, взаємодія з моделлю (мета, обмеження, контекст, проблемна область, проблема, методологія, об’єкти, вхідні параметри, вихідні параметри, інші параметри, умови, тригери (яка умова запускає), передумови (що на початку), післяумови (що в кінці) та пов'язані знанням проблемної області (область знання, функціональні знання, структурне знання, знання обробки тощо).

Таким чином, можна досягнути реалізації онтологічного представлення термінів та понять, що дає можливість опису предметних областей та відповідних проблемно орієнтованих частин, які можна використати для розв’язання різноманітних задач безпеки продуктів харчування та діяльність зацікавлених сторін. Базуючись на цьому, будемо розглядати контекст [6] як концептуальну або інтелектуальну конструкцію, яка складається з понять в межах відповідних контекстних областей та допомогає нам зрозуміти, проаналізувати та використовувати природу, значення та ефекти через елементарні сутності у відповідному середовищі або обставинах. Також контекст представляє ціле, що визначається через певні сутності, які є важливими при даному розгляді.

Формально будемо розглядати контекст як конструкцію, що складається з понять в межах відповідних контекстних областей [7]: O_{ctx}^{AR} – мета/результат, O_{ctx}^{A} – актор, O_{ctx}^{PA} – процес/дія, O_{ctx}^{O} – об'єкт, O_{ctx}^{E} – середовище, O_{ctx}^{F} – можливості, O_{ctx}^{Fclt} – засоби, O_{ctx}^{R} – представлення, O_{ctx}^{Plc} – розташування, O_{ctx}^{T} – час. Для представлення контекстних областей будемо використовувати класи об'єктів, відношень та атрибутів, що дає можливість представляти їх як семантичні аспекти, де семантика умов та відношень між ними визначені явним чином (таким чином, роблячи кожен аспект формальною онтологією). Відношення взаємодії контекстних областей реалізовані через асоціативні відношення, відношення управління, відношення часу (послідовності), атрибутивні відношення, просторові (топологічні) відношення. При цьому відношення розглядаються через задача – відношення – об'єкт, задача – відношення – значення, об’єкт – відношення – значення, значення – відношення – властивість.

Все це дає змогу реалізувати інформаційні технології, що базуються на використанні онтологій як засобу представлення знань, який зосереджений на потребах користувачів; базується на знання орієнтованих технологіях; орієнтуюється на реалізацію запитів клієнтів; спрямований на результат. Реалізація інформаційних технологій, які базуються на використанні знань у вигляді онтології та контексту, дає можливість внести до організації процесу прийняття рішень ряд важливих властивостей, перш за все дає можливість перейти до безперервного аналізу ситуацій та планування дій, забезпечує проведення корекції процесу прийняття рішень без порушення технологічної цілісності та взаємозв'язку, допускає багатоваріантність варіантів рішень та можливість їх отримання за різними критеріями і моделями, будує взаємопов'язану систему підготовки та вибору рішень, як для даної проблеми, так і по взаємодії з іншими комплексами проблем і завдань, дозволяє приймати рішення з урахуванням наслідків їх реалізації.

Висновки

Розглянуте представлення онтології та контексту дозволяє реалізувати інтелектуальну знання орієнтовану підтримку прийняття рішень в рамках системи управління безпечністю продуктів харчування, особливостями якої є, зокрема, взаємозалежність рішень, вимоги до функціонування, обмеження поведінки, інформаційні обмеження, ресурсні обмеження, час і середовище, яке постійно змінюється тощо та основою якої є контекст та онтологія. Результати роботи було використано в рамках науково-дослідної роботи "Розробити контекстно орієнтовані онтолого керовані алгоритми системної оптимізації на прикладі безпеки продуктів харчування".

Література

1. Димань Т.М., Мазур Т.Г. (2011) Безпека продовольчої сировини і харчових продуктів. К.: Академія, 520с.
2. Kamel Boulos, Maged & Yassine, Abdulsalam & Shirmohammadi, Shervin & Snae, Chakkrit & Brückner, Michael. (2015). Towards an "Internet of Food": Food Ontologies for the Internet of Things. *Future Interne*t, 7, pp. 372-392.
3. Maedche A., Motik B., Stojanovic L., Studer R. and Volz R. *(*2003) Ontologies for Enterprise Knowledge Management *IEEE Intelligent Systems,* 18, 2, pp. 26-33.
4. Чаплінський Ю.П. (2009) Онтологічне представлення процесів прийняття рішень. *Проблеми інформатизації та управління*. № 2 (26), 146-151.
5. Zachman J.A. (1987) A framework for information systems architecture. *IBM Systems Journal*, 26, 3, pp. 276-292.
6. Dey A.K., Salber D., Abowd G.D. (2001) A Conceptual Framework and a Toolkit for Supporting the Rapid Prototyping of Context Aware Applications *Human-Computer Interaction (HCI) Journal*, 16, pp. 97-166.
7. Чаплінський Ю.П., Субботіна О.В. (2016) Онтологія та контекст при розв'язанні прикладних задач прийняття рішень. *Штучний інтелект.* № 2, 147-155.

References

1. Dyman T.M., Mazur T.G. (2011) Bezpeka prodovolchoi syrovyny I kharchovyh produktiv. K.: Akademiya, 520s.
2. Kamel Boulos, Maged & Yassine, Abdulsalam & Shirmohammadi, Shervin & Snae, Chakkrit & Brückner, Michael. (2015). Towards an "Internet of Food": Food Ontologies for the Internet of Things. *Future Interne*t, 7, pp. 372-392.
3. Maedche A., Motik B., Stojanovic L., Studer R. and Volz R. *(*2003) Ontologies for Enterprise Knowledge Management *IEEE Intelligent Systems,* 18, 2, pp. 26-33
4. Chaplinskyy Yu.P. (2009) Ontologichne predstavlennya procesiv pryinyattya rishen. *Problemy informatyzacii ta upravlinnya*. № 2 (26), 146-151.
5. Zachman J.A. A framework for information Zachman J.A. (1987) A framework for information systems architecture. *IBM Systems Journal*, 26, 3, pp. 276-292.
6. Dey A.K., Salber D., Abowd G.D. (2001) A Conceptual Framework and a Toolkit for Supporting the Rapid Prototyping of Context Aware Applications *Human-Computer Interaction (HCI) Journal*, 16, pp. 97-166.
7. Chaplinskyy Yu.P., Subbotina O.V. (2016) Ontologiya ta context pry rozvyazanni prykladnyh zadach pryinyattya rishen. *Shtuchnyi intelekt*. № 2, 147-155

Надійшла до редакції 22.12.2019